



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

Nome do(a) Bolsista: **Barbara Perez Gonçalves Silva**

Código do Projeto vinculado: **2020.06.IPEN.22**

DESCRIÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto

Síntese e caracterização de filmes híbridos transparentes a base nanofios metálicos e óxido de grafeno reduzido

Prazo Execução (meses): 24

Objetivo Geral

O objetivo do projeto é sintetizar e caracterizar filmes híbridos transparentes e condutores a base de nanofios metálicos e óxido de grafeno reduzido.

Objetivos Específicos

Sintetizar nanofios metálicos, por via química, com alta razão de aspecto (mais longos e mais finos);
preparar filmes híbridos sobre substratos transparentes como o vidro e flexíveis, como tereftalato de polietileno (PET) ou polipropileno (PP);

Obter materiais com alta transparência e baixa resistência de folha;

Palavras-chave

1 - filmes transparentes condutores

2 - nanofios metálicos

3 - óxido de grafeno reduzido

4 -

5 -

Metas Físicas

1 - Síntese e caracterização dos nanofios metálicos

2 - Preparação e caracterização dos filmes híbridos

3 - Participação em eventos científicos

4 - Entrega de relatório científico

5 -



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

Justificativa Resumida:

Filmes transparentes condutores (TCF) podem ser utilizados em dispositivos eletrônicos, como em televisores, notebooks, telefones multifuncionais, por exemplo. Com o grande aumento no uso desse tipo de dispositivo nos últimos anos, houve um aumento também na demanda do uso de materiais com baixo custo e de fontes renováveis que possibilitem ampliar a escala de produção dos mesmos a um menor valor com sustentabilidade. O TCF mais utilizado comercialmente é o óxido de índio dopado com estanho (ITO), cujo custo é alto devido às suas fontes escassas. Com o intuito de buscar novos materiais alternativos ao ITO, este projeto propõe a síntese e caracterização de filmes condutores híbridos a base de nanofios metálicos e óxido de grafeno reduzido (rGO). Nanofios metálicos têm se mostrado um material com grande potencial para a obtenção de filmes condutores flexíveis (quando suportados em um substrato polimérico como o PET ou o polipropileno, por exemplo)(1-5). A adição do rGO contribui para a construção de materiais mais resistentes (tanto mecanicamente, quanto quimicamente), além de poder facilitar a percolação elétrica, diminuindo a concentração necessária das nanoestruturas nos filmes para manter a condutividade com maior transparência (6-10). Os parâmetros de síntese dos nanofios serão estudados, via síntese química, uma vez que para a construção de filmes condutores transparentes, quanto mais longos e finos forem os nanofios, melhores serão suas propriedades para esta finalidade (11-16). Estes materiais nanoestruturados serão caracterizados por microscopias eletrônicas de varredura (SEM) e transmissão (TEM), microscopia de força atômica (AFM), espectroscopias no infravermelho (IR) e no UV-visível, difração de raios-x e medidas elétricas utilizando o método de 4 pontas, visando obter materiais com características desejáveis aos TCFs, como alta condutividade e transparência óptica.

CRONOGRAMA FÍSICO

META FÍSICA 1 - Síntese e caracterização dos nanofios metálicos

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Aquisição de reagentes químicos	entrega dos produtos no IPEN	1	18
Aquisição de materiais de laboratório	entrega dos produtos no IPEN	1	18

META FÍSICA: 2 - Preparação e caracterização dos filmes híbridos

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
aquisição de aerógrafo	entrega do equipamento no IPEN	1	6
aquisição de spin coater	entrega do equipamento no IPEN	1	6
aquisição de sondas para AFM	entrega dos produtos no IPEN	1	12



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

META FÍSICA: 3 - Participação em eventos científicos			
ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
submissão de trabalho	aceite do trabalho	6	18
inscrição no evento	pagamento de inscrição	6	18
Elaboração de poster/apresentação	confecção de poster	6	18
participação em evento	apresentação de trabalho	6	18

META FÍSICA: 4 -			
ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
tratamento dos dados	obtenção de graficos, planilhas e imagens tratadas	6	24
elaboração de relatório científico	Entrega de relatório científico	12	24

META FÍSICA: 5 -			
ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim

Resultados Esperados

1 - Obtenção de nanofios metálicos com alta razão de aspecto

2 - obtenção de filmes híbridos transparentes condutores

3 - filmes com alta transparencia óptica e baixa resistência de folha

4 -apresentação dos resultados em eventos científicos

5 - publicação dos resultados em revistas indexadas

6 -

7 -

8 -



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

9 -

10 -

Grau de Inovação (se houver):

Bibliografia:

1. Bae, S.; Kim, H. K.; Lee, Y.; Xu, X.; Park, J. S.; Zheng, Y.; Balakrishnan, J.; Im, D.; Lei, T.; Song, Y. I.; et al. "Roll-to-Roll Production of 30-in. Graphene Films for Transparent Electrodes", *Nat. Nanotechnol.*, 2010, 5, 574–578.
2. Yamaguchi, H.; Eda, G.; Mattevi, C.; Kim, H. K.; Chhowalla, M. "Highly Uniform 300 mm Wafer Scale Deposition of Single and Multilayered Chemically Derived Graphene Thin Films", *ACS Nano*, 2010, 4, 524–528.
3. Jian Zhu, Bong Sup Shim, Matthew Di Prima, and Nicholas A. Kotov, "Transparent Conductors from Carbon Nanotubes LBL-Assembled with Polymer Dopant with π - π Electron Transfer", *Journal of the American Chemical Society*, 2011, 133 (19), 7450-7460.
4. Kymakis, E., Savva, K., Stylianakis, M.M., Fotakis, C. and Stratakis, E., "Flexible Organic Photovoltaic Cells with In Situ Nonthermal Photoreduction of Spin-Coated Graphene Oxide Electrodes", *Adv. Funct. Mater.*, 2013, 23: 2742-2749.
5. Becerril, H. A.; Mao, J.; Liu, Z.; Stoltenberg, R. M.; Bao, Z.; Chen, Y. "Evaluation of Solution-Processed Reduced Graphene Oxide Films as Transparent Conductors", *ACS Nano*, 2008, 2, 463–470.
6. Yumi Ahn, Youngjun Jeong, and Youngu Lee, "Improved Thermal Oxidation Stability of Solution-Processable Silver Nanowire Transparent Electrode by Reduced Graphene Oxide", *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2012, 4 (12), 6410-6414.
7. Bob, B., Machness, A., Song, T. et al. "Silver nanowires with semiconducting ligands for low-temperature transparent conductors", *Nano Res.*, 2016, 9, 392–400.
8. Xiong, W., Liu, H., Chen, Y., Zheng, M., Zhao, Y., Kong, X., Wang, Y., Zhang, X., Kong, X., Wang, P. and Jiang, L., "Highly Conductive, Air-Stable Silver Nanowire@longel Composite Films toward Flexible Transparent Electrodes", *Adv. Mater.*, 2016, 28: 7167-7172.
9. Jiahui Gu, Xuelin Wang, Hongtao Chen, Shihua Yang, Huanhuan Feng, Xing Ma, Hongjun Ji, Jun Wei, and Mingyu Li, "Conductivity Enhancement of Silver Nanowire Networks via Simple Electrolyte Solution Treatment and Solvent Washing" *Nanotechnology*, 2018, 29, 265703.
10. Cai, L., Zhang, S., Zhang, Y., Li, J., Miao, J., Wang, Q., Yu, Z., Wang, C., "Direct Printing for Additive Patterning of Silver Nanowires for Stretchable Sensor and Display Applications", *Adv. Mater. Technol.*, 2018, 3, 1700232.
11. Lee, J. Y.; Connor, S. T.; Cui, Y.; Peumans, P., "Solution-Processed Metal Nanowire Mesh Transparent Electrodes", *Nano Lett.*, 2008, 8, 689-692.
12. Jin-Ju Chen, Shu-Li Liu, Hai-Bin Wu, Enrico Sowade, Reinhard R. Baumann, Yan Wang, Fu-Qiang Gu, Chen-Ren-Lang Liu, Zhe-Sheng Feng, "Structural regulation of silver nanowires and their application in flexible electronic thin films", *Materials and Design*, 2018, 154, 266–274.
13. De, S.; Higgins, T. M.; Lyons, P. E.; Doherty, E. M.; Nirmalraj, P. N.; Blau W. J.; Boland, J. J.; Coleman, J. N., "Silver Nanowire Networks as Flexible, Transparent, Conducting Films: Extremely High DC to Optical Conductivity Ratios", *ACS Nano*, 2009, 3, 1767-1774.
14. Madaria, A. R.; Kumar, A.; Ishikawa, F. N.; Zhou, C., "Uniform highly conductive, and patterned transparent films of percolating silver nanowire network on rigid and flexible substrates using dry transfer technique", *Nano Res.*, 2010, 3, 564–573.
15. Jiahui Gu, Xuelin Wang, Hongtao Chen, Shihua Yang, Huanhuan Feng, Xing Ma, Hongjun Ji, Jun Wei, and Mingyu Li, "Conductivity Enhancement of Silver Nanowire Networks via Simple Electrolyte Solution Treatment and Solvent Washing" *Nanotechnology*, 2018, 29, 265703.
16. Long Tang, Jiajia Zhang, Lei Dong, Yunmei Pan, Chongyang Yang, Mengxiong Li, Yingbo Ruan, Jianhua Ma, Hongbin Lu, "Coating-Free, Air-Stable Silver Nanowires for High performance Transparent Conductive Film", *Nanotechnology*, 2018, 29(37), 375601